

Física Teórica II Parcial 2

1. Consideren un sistema descrito por un Hamiltoniano $H = H_0 + H_1$ donde H_0 corresponde a un oscilador armónico tridimensional:

$$H_0 = \frac{\vec{p}^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2\vec{x}^2$$

y H_1 es una perturbación de magnitud λ de la forma:

$$H_1 = \lambda L_2 = \lambda(x_3 p_1 - x_1 p_3)$$

- a) Resuelvan el problema de forma exacta. Digan cuales son las auto-funciones y auto-valores.
 - b) Supongan ahora que no pudieron resolver el problema exactamente y tratan de resolverlo perturbativamente utilizando como base los autoestados de la forma $|n_1 n_2 n_3\rangle$ donde $H_0 |n_1 n_2 n_3\rangle = \hbar\omega(n_1 + n_2 + n_3 + 3/2) |n_1 n_2 n_3\rangle$
 - 1) Muestren que, tal cual obtuvieron antes, el estado fundamental no es perturbado a primer orden por H_1 . Generalicen esta afirmación para perturbaciones a cualquier orden.
 - 2) Para el primer estado excitado, muestren como se corrigen las energías y los estados a primer orden. Comparen este resultado con el obtenido de forma exacta.
2. Consideren una partícula de espín 1 sometida a un campo $\mathbf{B} = -B_0 \hat{z}$, su Hamiltoniano será $H_0 = \alpha B_0 S_z$. A su vez actúa una perturbación debida a otro campo magnético que varía temporalmente:

$$V(t) = -\alpha B_1 (S_x \cos(\omega t) + S_y \sin(\omega t))$$

- a) Calculen a primer orden en α la probabilidad de que a $t = 0$ el estado de la partícula es $|0\rangle$.
 - b) Analicen que sucede cuando $\omega = \alpha B_0$. ¿Es este resultado correcto a tiempos largos? En este caso, ¿cuál es la condición para que valga la aproximación?
3. Consideren un sistema formado por 3 partículas distinguibles de espín 1/2.
- a) Construyan un estado con esas tres partículas que sea auto-estado de $(\overline{S}_1 + \overline{S}_2)^2$ de autovalor mínimo y proyección total de espín en la dirección z positiva. Escriban el estado en la base $|m_1, m_2, m_3\rangle$ ¿Es este estado único?
 - b) Calculen la pureza del subsistema formado por las primeras dos partículas y la pureza del subsistema formado por las últimas dos. ¿Qué información nos dan estas purezas sobre los posibles resultados de mediciones en cada subsistema?
 - c) Los operadores $S_{x2} \otimes S_{x3}$ y $S_{z2} \otimes S_{z3}$ conmutan. Digan qué posibles resultados se pueden obtener al medirlos, con que probabilidades y cuál es el estado de la primera partícula luego de obtener cada uno.
 - d) Si las partículas fueran indistinguibles. Digan qué auto-estados del momento angular total y la proyección total en la dirección z son compatibles con estados cuya parte espacial es (1) simétrica y (2) antisimétrica.